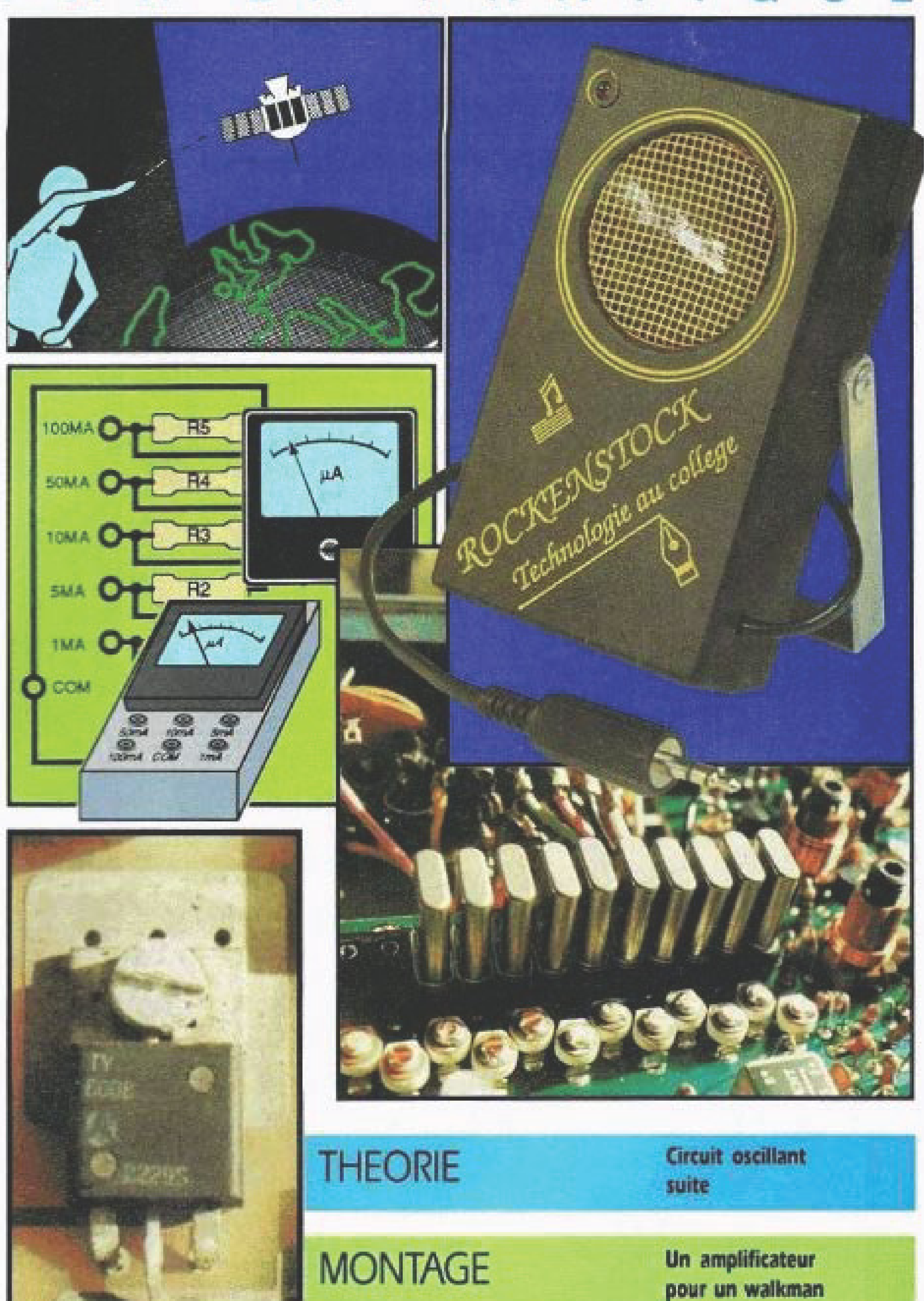
ABC ELECTRONIQUE

APPRENDRE L'ELECTRONIQUE PAR LA PRATIQUE



THEORIE	Circuit oscillant suite
MONTAGE	Un amplificateur pour un walkman
MESURES	La conception d'appareils simples
THYRISTOR, TRIAC, DIAC	Symboles, étude, fonctions
COMMUNICATION	Le principe du satellite

8

M 1286 - 12 - 18,00 F



Edité par SORACOM Editions
SARL au capital de 250.000 Frs
La Haie de Pan - BP 88
35170 BRUZ

Téléphone : 99.52.98.11
Fax : 99.52.78.57

Directeur de publication
Rédacteur en chef

S. FAUREZ

Secrétaire de rédaction

André DURAND

Directeur de fabrication

Edmond COUDERT

Abonnements

Nathalie FAUREZ

Composition - maquette
dessins

J. LEGOUPI – B. JÉGU

Vous pouvez obtenir les numéros précédents aux Editions SORACOM.
Joindre un chèque de 20 F par numéro.

ABONNEMENT
180 F pour 12 numéros
soit 15 F le numéro (au lieu de 18 F)
Paiement par carte bancaire accepté
• Etranger : nous consulter

Imprimé en France par
SAJIC
16004 Angoulême

Dépôt légal à parution – Diffusion NMPP

Commission paritaire 73610



Les numéros 1, 2, 3 & 4 de l'*ABC de l'électronique* sont épuisés. Nous disposons des photocopies de ces numéros au même tarif.



CIRCUIT OSCILLANT

LES FILTRES

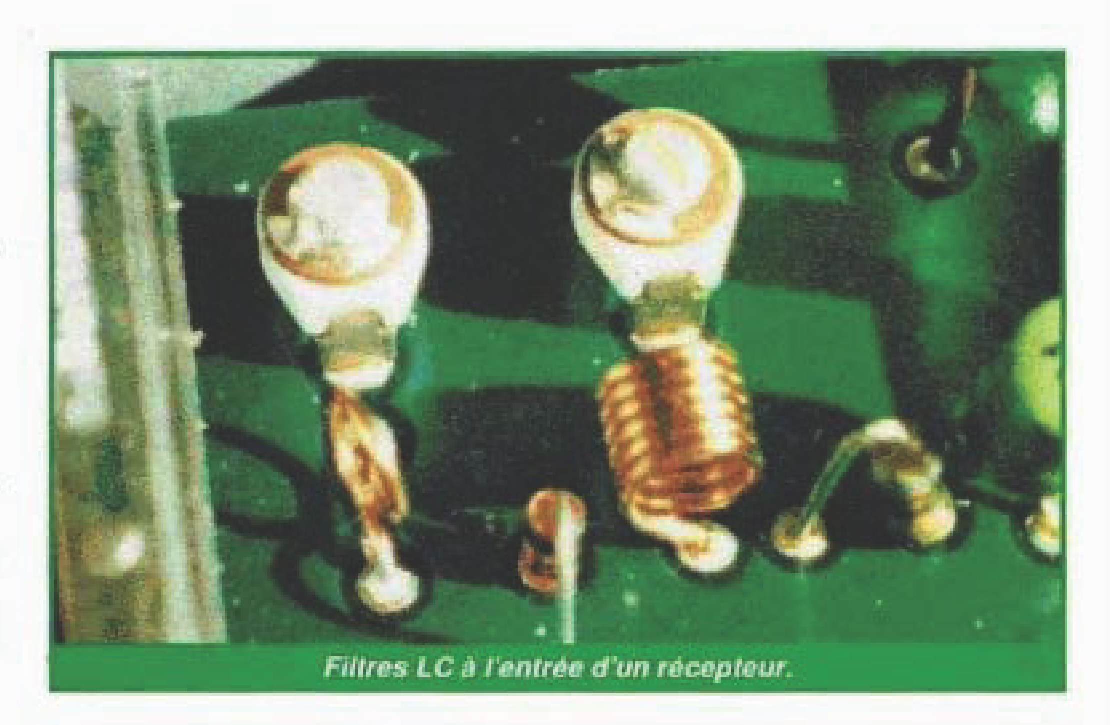
Les filtres à large bande passante

Dans le numéro précédant, sur la théorie du circuit oscillant LC, nous vous avons parlé des filtres passe-bande.

Ces filtres sont destinés à ne laisser passer (ou à rejeter) qu'une bande de fréquence relativement étroite.

Il existe cependant des filtres LC spécialement destinés à faire passer de larges bandes de fréquence par exemple tout signal dont la fréquence est plus élevée qu'une certaine fréquence dite fréquence de coupure Fc, ces filtres sont appelés «Passe-Haut».

Si, par contre, nous voulons obtenir un effet inverse, c'est-à-dire ne laisser passer que des signaux de fréquence inférieure à Fc, nous aurons recours à des filtres dits «Passe-Bas».



Filtres LC à l'entrée d'un récepteur.

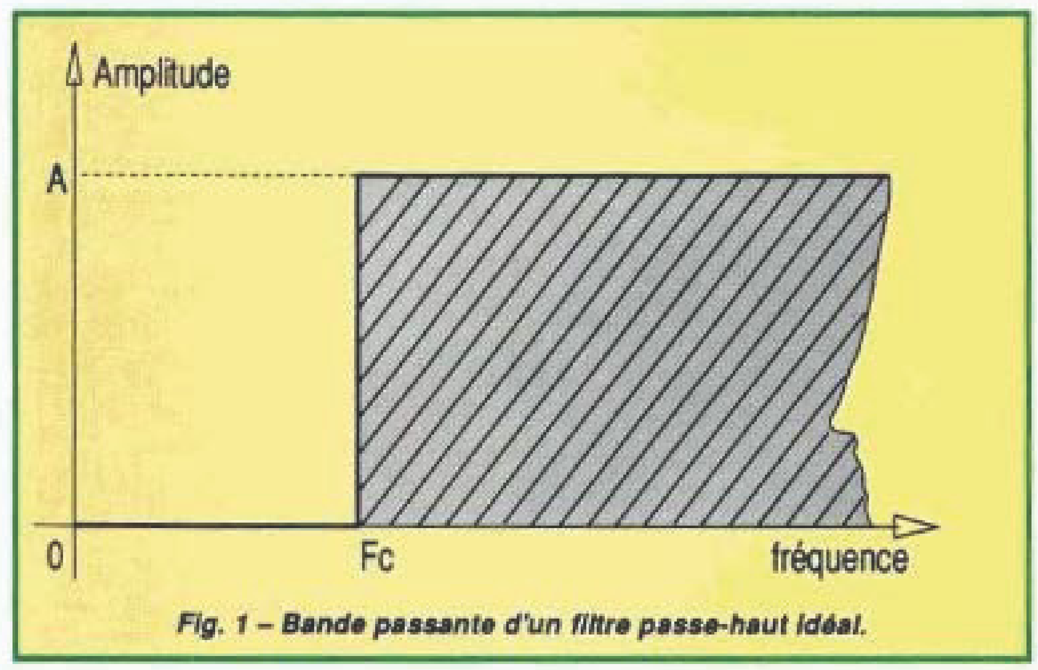


Fig. 1 – Bande passante d'un filtre passe-haut idéal.

Le filtre passe-haut

Le filtre passe-haut permet aux fréquences hautes de passer à travers le condensateur C1 tandis que les fréquences basses sont court-circuitées par la bobine L.

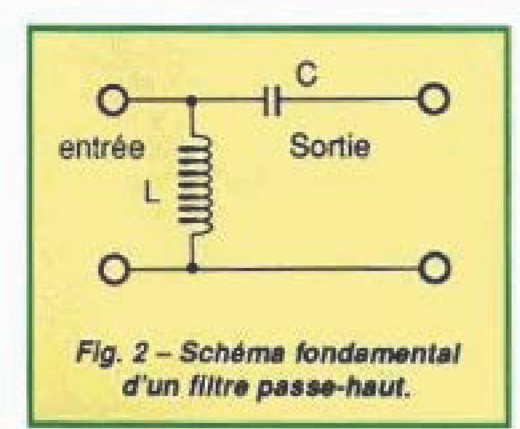


Fig. 2 – Schéma fondamental d'un filtre passe-haut.

La fréquence de coupure Fc correspond à la fréquence de résonance du circuit. La pente (ou l'inclinaison) de la courbe de réjection (la partie de gauche sur la figure) dépend du coefficient de surtension Q du circuit à la fréquence Fc.

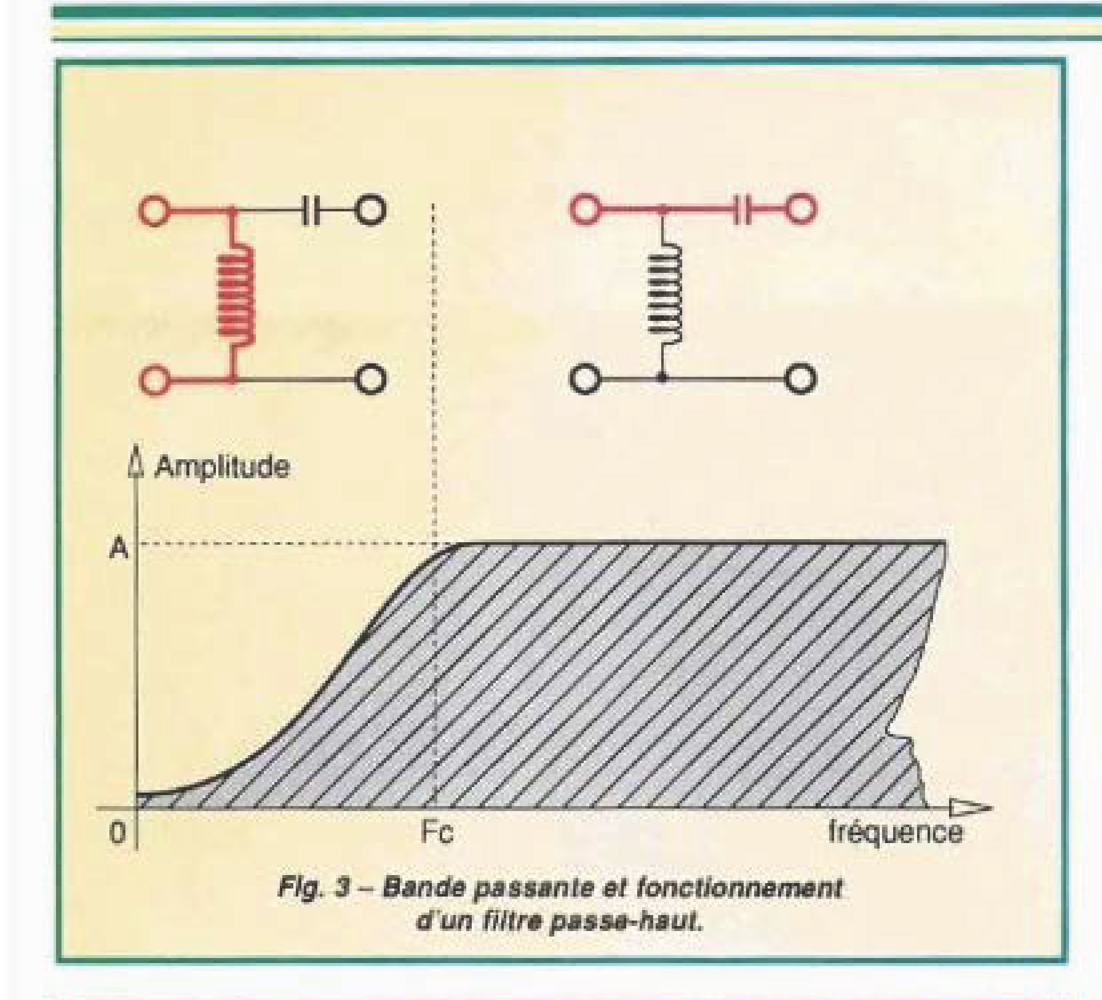


Fig. 3 – Bande passante et fonctionnement d'un filtre passe-haut.

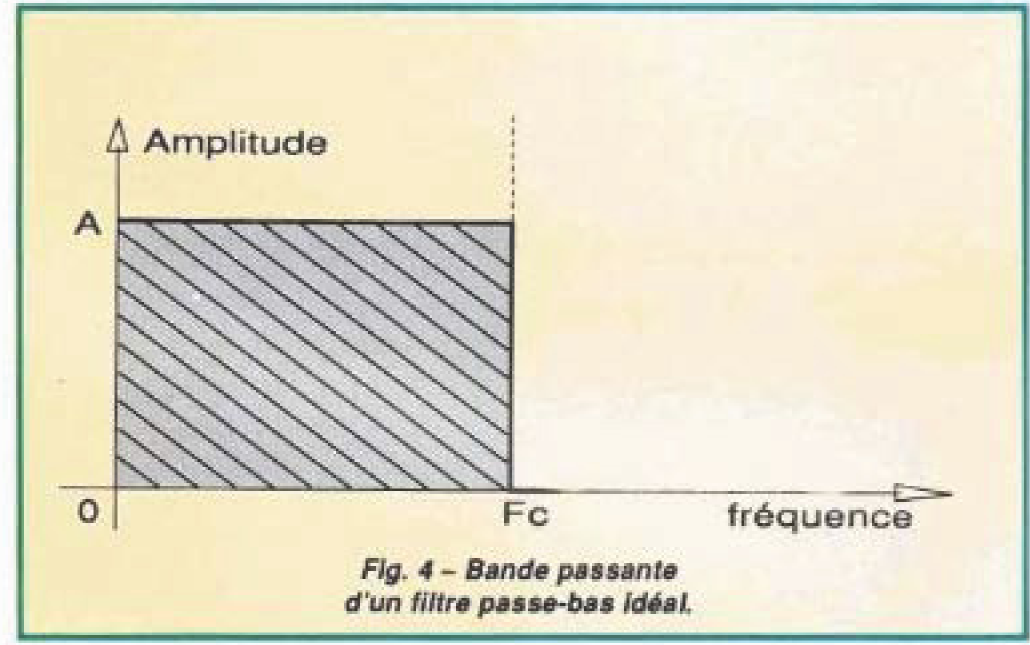


Fig. 4 – Bande passante d'un filtre passe-bas idéal.

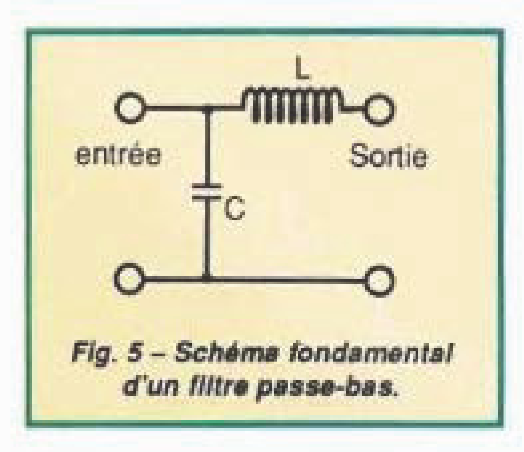


Fig. 5 – Schéma fondamental d'un filtre passe-bas.

Le filtre passe-bas

Le filtre passe-bas permet aux fréquences basses de traverser la bobine L tandis que les fréquences hautes sont court-circuitées par le condensateur C.

Comme pour le filtre passe-haut la fréquence de coupure correspond à la fréquence de résonance du circuit.

Variante : le filtre passe-bas se rencontre souvent sous la forme améliorée d'un pi grec, couremment appelé "circuit en π (pi)". Ce circuit a en outre l'avantage de se comporter comme un transformateur d'impédances à sa fréquence de coupure ou de résonance, il est pour cela souvent utilisé pour le couplage des étages en haute fréquence.

Groupement de filtres

Le groupement de plusieurs filtres de même type et de même fréquence de coupure Fc accentue leur pente de réjection.

Il est aussi possible de grouper des filtres passe-haut et passe-bas pour obtenir un filtre passe-bande à large bande passante. La largeur de cette bande passante est définie par leurs fréquences de coupure Fc1 et Fc2.

Nous vous donnons ici une utilisation typique des filtres passe-haut et passe-bas dans une enceinte Hi-Fi à deux voies. Un filtre passe-haut ne laisse passer que les fréquences audio élevées vers le haut-parleur des aigues (Tweeter) et un filtre passe-bas favorise les fréquences basses vers le haut-parleur des graves (Boomer).

Autres types de circuits oscillants

Nous avons vu qu'un circuit LC oscillait (ou résonant) sur une fréquence privilégiée par échange d'énergies électromagnétique et électrostatique.

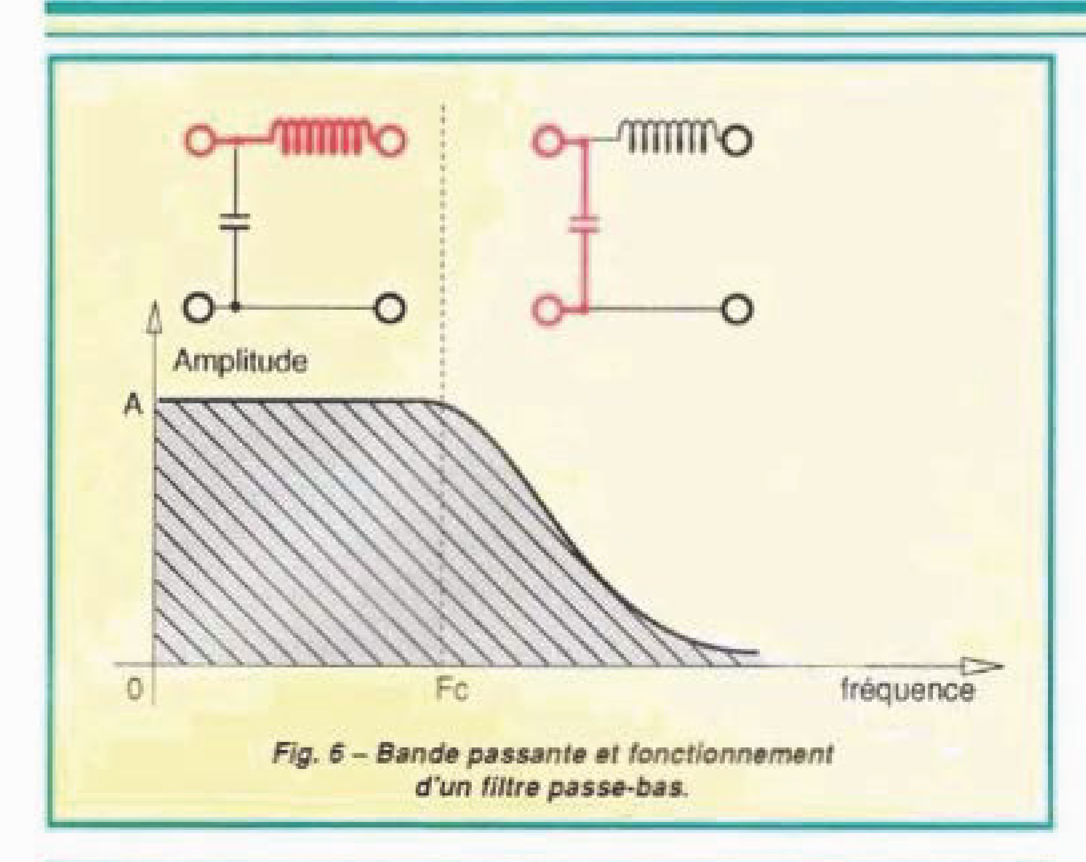


Fig. 6 – Bande passante et fonctionnement d'un filtre passe-bas.

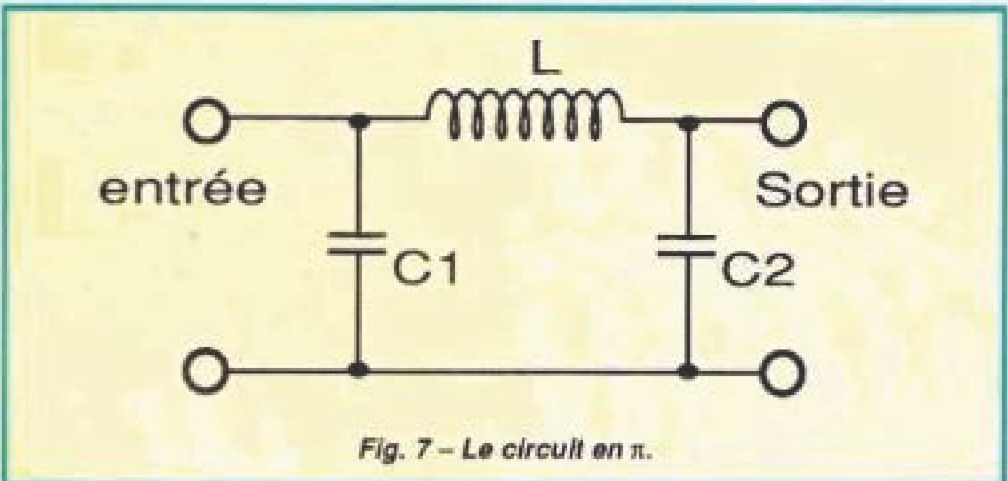


Fig. 7 – Le circuit en π.

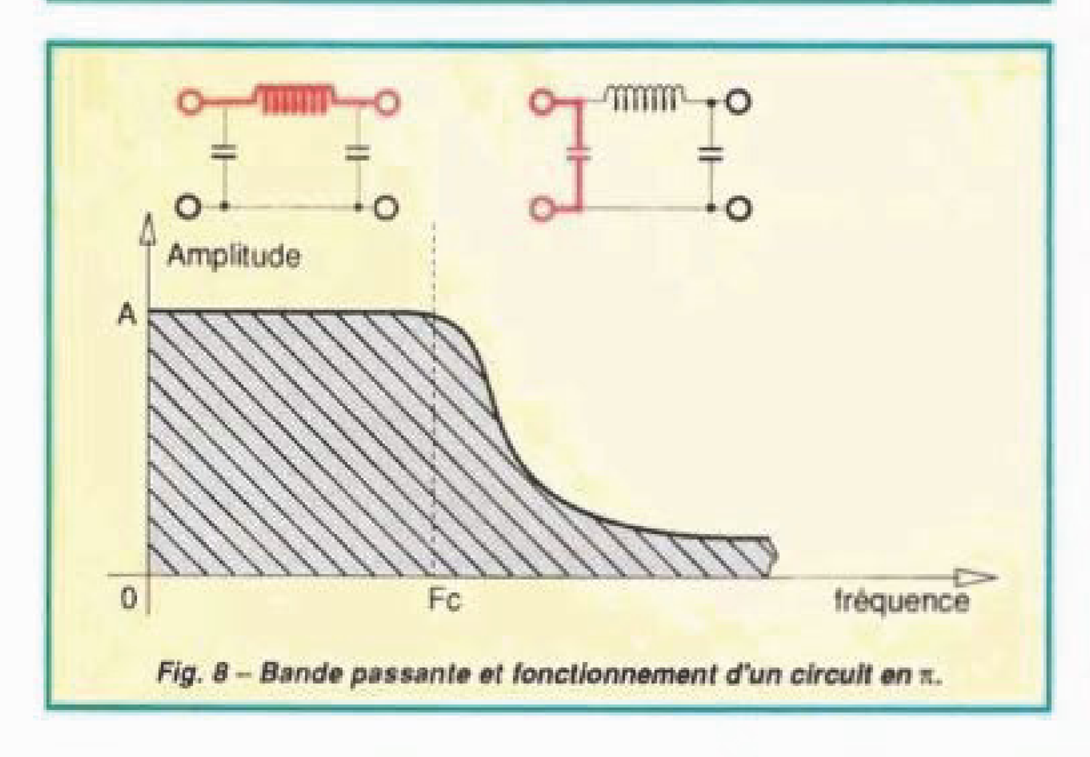


Fig. 8 – Bande passante et fonctionnement d'un circuit en π.

D'autres dispositifs faisant appel à des échanges d'énergie sous forme différente sont aussi utilisés.

Nous citerons ici les dispositifs piézo-électriques dont la technologie a fortement bénéficié de celle des semi-conducteurs.

Le quartz (ou cristal) piézo-électrique

Soit une lame de quartz de taille et de dimensions données (termes à ne pas confondre ici). Cette lame est insérées entre deux plaques ou «armatures» conductrices, comme un diélectrique de condensateur.

Si nous appliquons une tension aux armatures, le champs électrique créé dans la lame provoque une déformation (ou contrainte mécanique) de celle-ci.

Lorsque cette tension est supprimée la lame retrouve sa forme de repos.

Cet effet est d'ailleurs réversible car toute déformation de la lame engendre sur les plaques une différence de potentiel instantanée.

Selon ses dimensions et la manière de la tailler (ou de le couper), la lame de quartz se met ainsi à vibrer à une certaine fréquence de la tension alternative appliquée à ses armatures et se comporte alors comme un circuit LC.

Cette fréquence de résonance est extrêmement stable et son coefficient de surtension Q peut atteindre plusieurs dizaines de milliers.

Cette fréquence est donc fixe et ne peut pas être modifiée une fois le quartz fabriqué. Pour cette rai-


Série de quartz commutables individuellement.

son ce composant est utilisé comme filtre ou oscillateur fixe. La fréquence de résonance d'un quartz est inversement proportionnelle à son épaisseur dont la limite pratique est de l'ordre du dixième de millimètre, ce qui correspond à une fréquence d'une vingtaine de mégahertz.

Cependant, selon la manière de le tailler et par certains artifices de montage un quartz peut résonner sur des multiples impairs (ou harmoniques x3, x5 ou x7) de sa fréquence normale dite «fondamentale».

Le quartz peut être du cristal de silice naturel ou artificiel.

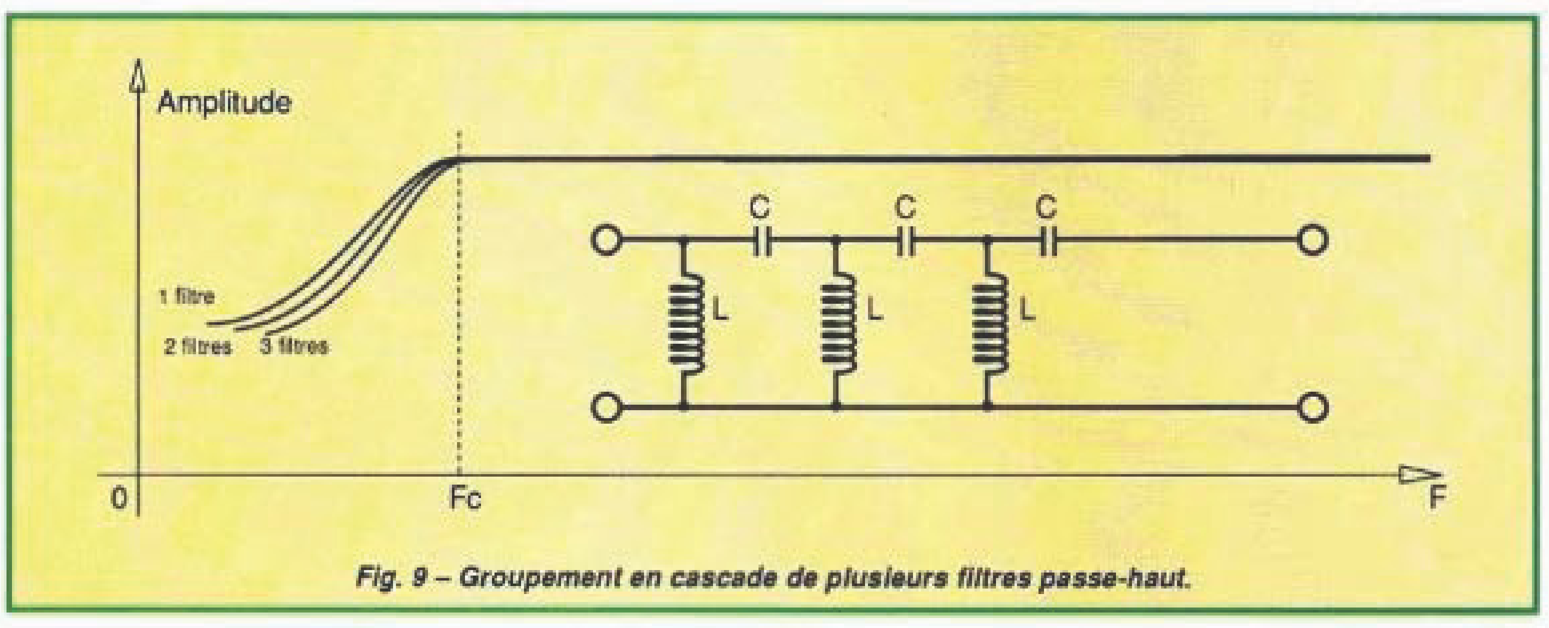


Fig. 9 – Groupement en cascade de plusieurs filtres passe-haut.

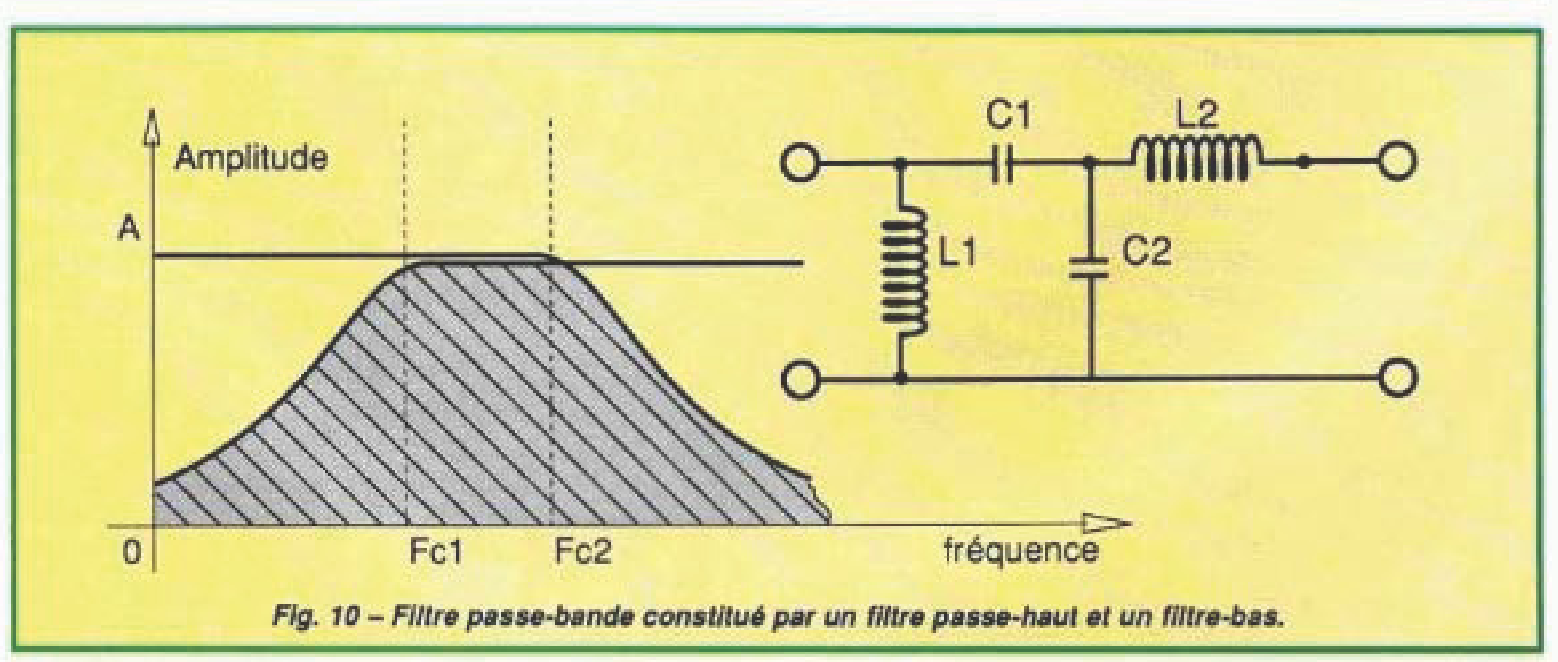
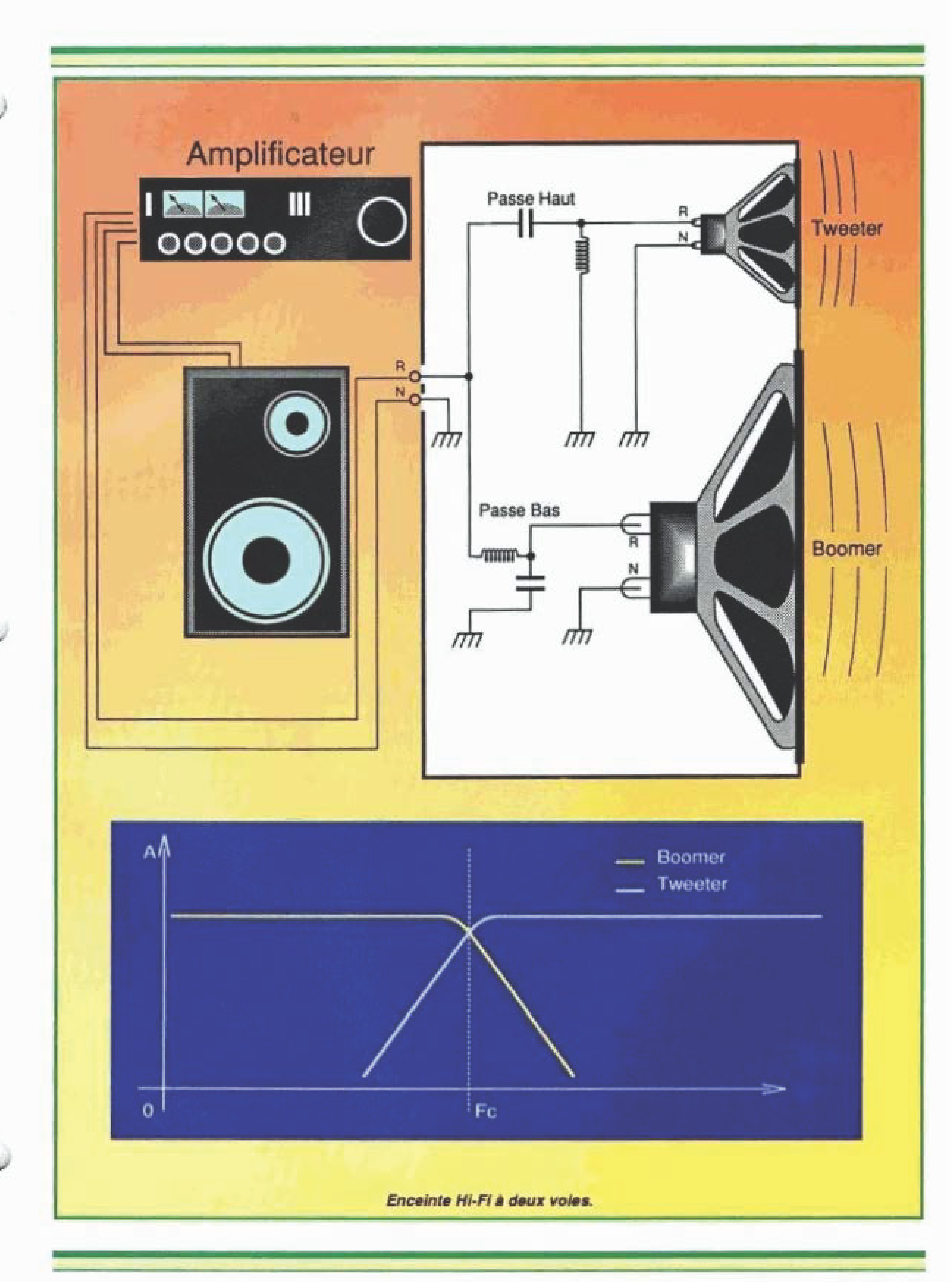
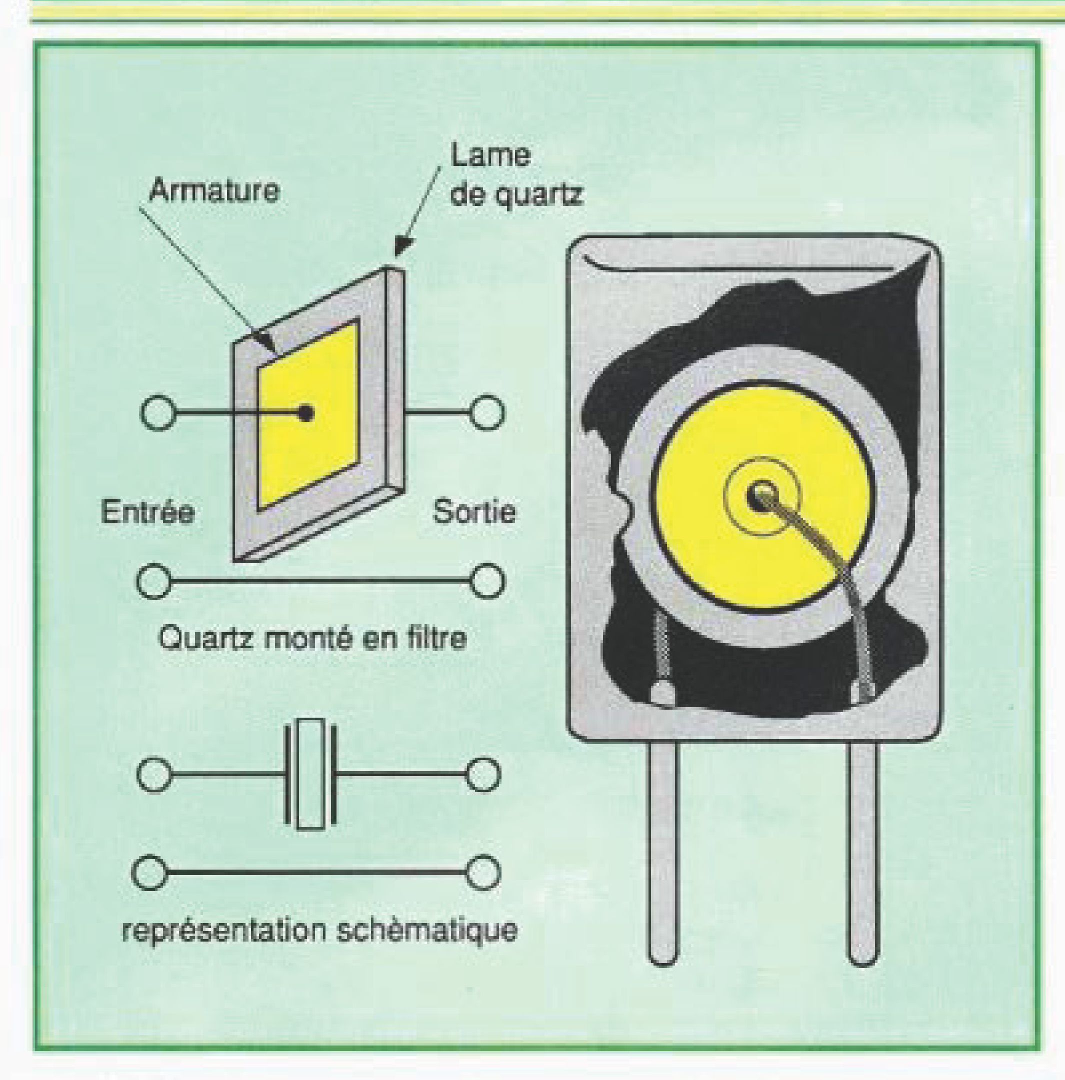


Fig. 10 – Filtre passe-bande constitué par un filtre passe-haut et un filtre-bas.



Enceinte Hi-Fi à deux voies.

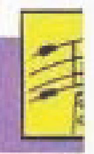


Un filtre à quartz comprend un ou plusieurs quartz ou un quartz muni de nombreuse armatures selon leur bande passante. Leur principal intérêt sur les filtres LC est de posséder des flancs très raides (grande pente) de part et d'autre de leur bande passante donc une bien meilleure réjection des fréquences indésirables.

Enfin, signalons que le principe de nombreux autres composants sont basés sur la piézo-électricité : microphones, écouteurs, capteurs de mesure etc... en particulier dans le domaine de l'audio et des ultra-sons.



Exemples de quartz.



LES SATELLITES

MIEUX COMPRENDRE POURQUOI LES ENGINS SPACIAUX FONCTIONNENT



Si l'on fait un parallèle avec différents modes de transport on constate que :

– tous les véhicules fonctionnent en prenant appui sur un milieu matériel tel que la terre, l'eau. Le vaisseau se déplace dans le vide !

– chaque véhicule a recours à une énergie alors qu'il fonctionne sans moteur,

– chaque véhicule a une autonomie dans son déplacement, fonction souvent de la capacité de son réservoir et du chauffeur ; il peut modifier sa vitesse. Le vaisseau spacial ne peut modifier sa vitesse et a une trajectoire définie.

Modifier la vitesse, c'est changer la trajectoire, impossibilité de rebrousser chemin.

La vitesse d'un vaisseau spacial tel que le satellite se situe vers les 30000 km/h, alors que la voiture... !

Une pierre qui tombe ne choisit pas sa chute or un satellite n'est rien d'autre qu'une pierre qui tombe, non pas vers la terre mais, autour de la terre !

Lorsque vous lâchez une pierre elle ne peut que tomber parce que la terre l'attire (gravitation). La pierre qui tombe a une vitesse qui s'accroit rapidement et régulièrement si l'on ne tient pas compte du "frein" de l'air. La progression est d'environ 9,8 mètres par seconde. Cette valeur est imposée par la masse de la planète et de la distance entre la pierre et le centre de cette planète.

Le principe consiste donc à lancer un satellite avec une vitesse importante. Le satellite (ou la pierre !) ne retombera plus sur terre mais fera une courbe, plus exactement une ellipse. Comme si elle tombait continuellement.

Pour ce faire, il est nécessaire que "la pierre" soit à une vitesse dite de satellisation, faute de quoi elle retombe vers la terre.

Pour la terre, la vitesse est de 7,8 km/s et pour un géostationnaire de 3 km/s, ce qui lui donne

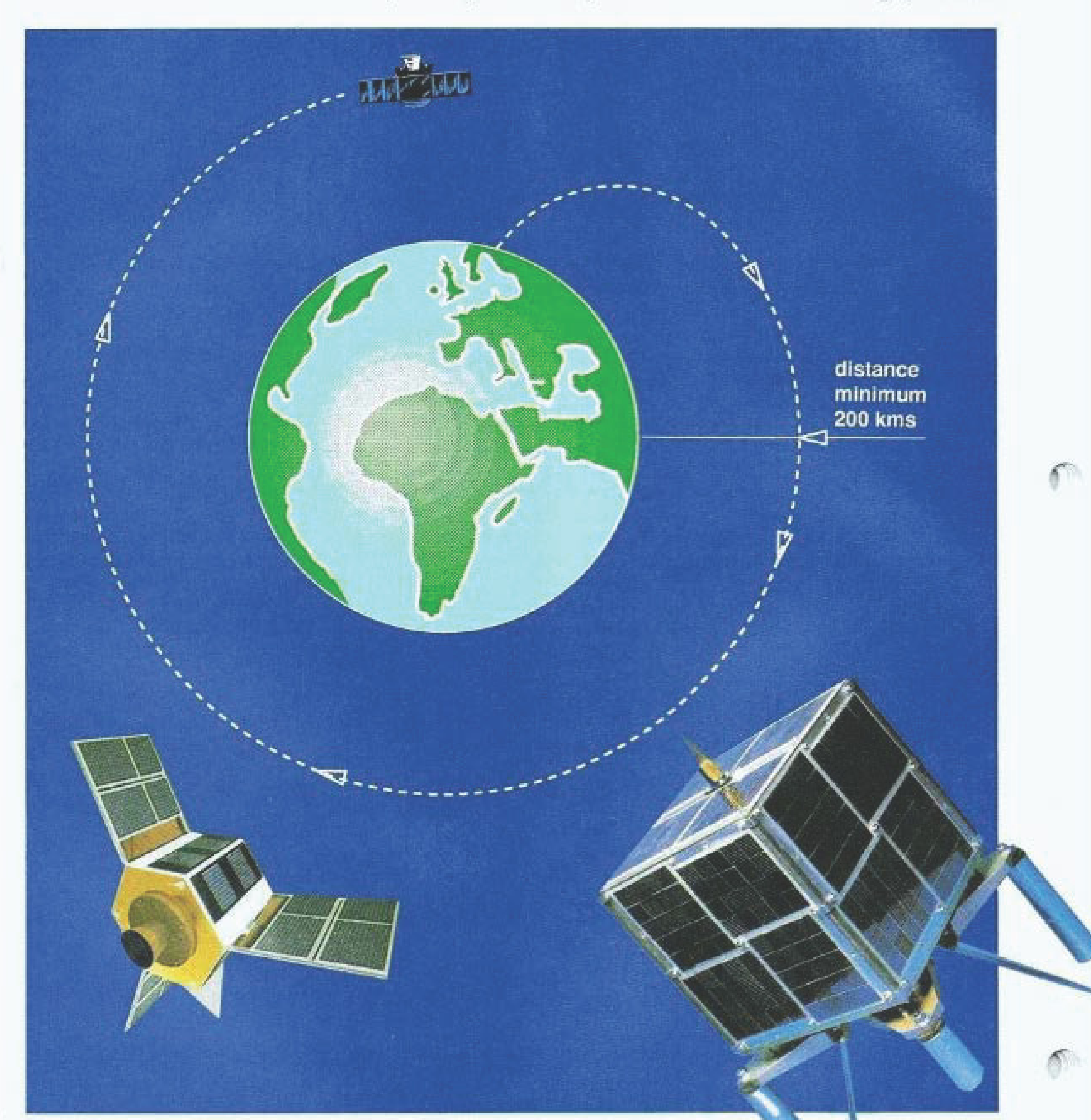
l'impression d'être immobilisé au-dessus de la terre.

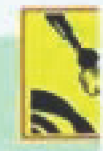
Pour que la "pierre" n'ait pas besoin de moteur il est nécessaire d'être à une hauteur minimum, soit au moins 200 km.

Cependant, la vitesse ne peut être commandée par la mécanique humaine, c'est la mécanique céleste qui commande. Sans quoi la trajectoire change.

Espérons que cette explication simple vous fera mieux comprendre le principe de "la pierre qui tombe" ou si vous préférez : du satellite.

Bibliographie CNES





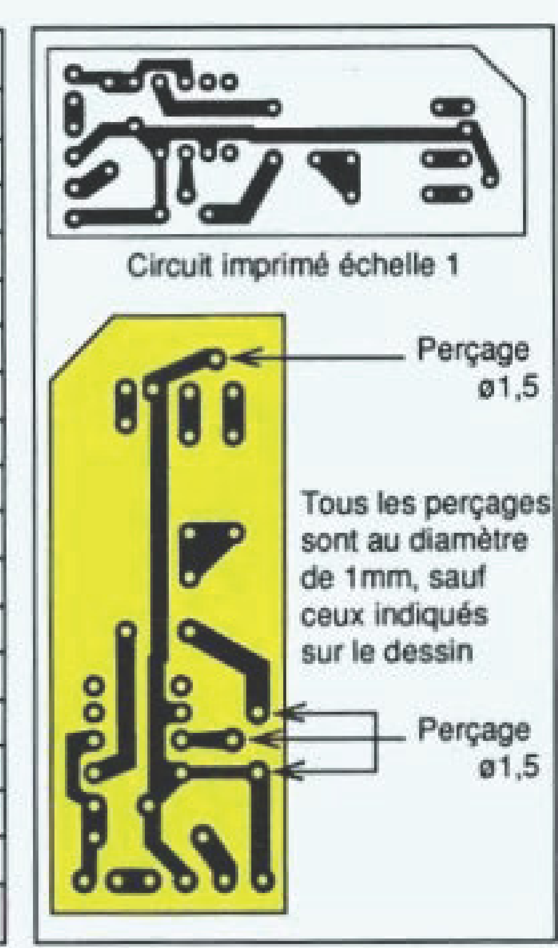
AMPLIFICATEUR BF

La réalisation que nous vous présentons, dans ce numéro, correspond aux travaux qu'il est possible d'effectuer en classe de 4ème.

Il s'agit d'une enceinte permettant d'amplifier le son émanent d'un baladeur. Voilà qui devrait plaire à nos jeunes lecteurs !
Le cœur de ce système est un circuit intégré. Nous n'avons pas encore abordé ce sujet. Il a été choisi en fonction de la puissance qu'il délivre dans le haut-parleur et sa tension d'alimentation.

Les composants électroniques de ce montage peuvent être obtenus chez :
Electronique Diffusion, 15 rue de Rome, 59100 Roubaix.
Tél. 20.70.23.42.

Rep	Nb	Désignation	Caractéristiques
Ci	1	Circuit imprimé	Présensi. positif Spl face 55 x 20
	1	Fil de câblage souple	0,22 mm² Lg = 400 mm
	1	Câble blindé 2 conducteurs + masse	0,22 mm² Lg = 250 mm
F	1	Fiche Jack mâle stéréo	Ø 3,5
S2	1	Connecteur pression pour 6 F 22	
S1	1	Support de circuit intégré	DIL 8
E	1	Pile de 9 V rectangulaire	6 F 22 9,0 V
IT	1	Interrupteur à glissière	1 A 250 V
HP	1	Haut-parleur	300 mW 8 Ω Ø 50
DEL	1	Diode électroluminescente	Ø 3 rouge
IC	1	Circuit intégré audio	LM 386 DIL 8
C3	1	Condensateur électrochimique polarisé	220 µF/16 V axial
C2	1	Condensateur plastique	100 nF/63 V LCC polyester
C1	1	Condensateur plastique	100 nF/63 V LCC polyester
AJ	1	Résistor ajustable	10 kΩ implantation vertical
R3	1	Résistor	10 kΩ ±5% 1/4 W
R2	1	Résistor	10 kΩ ±5% 1/4 W
R1	1	Résistor	10 kΩ ±5% 1/4 W



Circuit imprimé échelle 1



M E1 E2

R3 R2 R1 C1 C2 C3

Del Inter. Pile

IC AJ HP

DIODE ELECTROLUMINESCENTE

A C

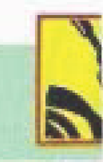
FICHE JACK

HP

PILE 9V

INTERRUPTEUR
GLISSIERE

RACCORDEMENTS EXTERIEURS AU CI.



Câble blindé = 250 mm
Fiche Jack mâle stéréo
1
3
1
2
3
Fil gris (-) = 60 mm
Fil vert (+) = 60 mm
Haut-parleur
R2
R3
C3
C2
IC
AJ
C1
R1
Interrupteur
Fil jaune = 100 mm
Fil jaune = 100 mm

Tous les câbles doivent être étamés avant soudage sur le CI ou sur un composant, c'est-à-dire que leur âme doit être recouverte d'étain.

Fil noir = 70 mm
Cathode
Fil rouge = 70 mm
Anode
Fil noir = (-)
Fil rouge = (+)
DEL
Cathode = patte courte
Connecteur
E
Pile

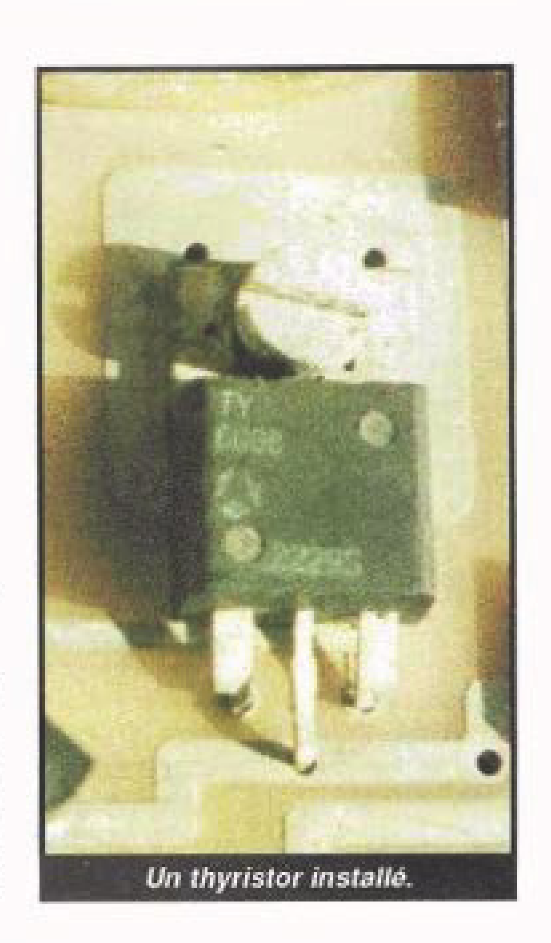
électronique diffusion

Rep.	Symbole	Forme commerciale	Nom	Fonction
R1			Résistor	Protection de la DEL en limitant le passage du courant.
R2 R3			Résistor	Addition ou sommation des entrées E1 et E2, protégeant ainsi la source et mélangeant les entrées E1 et E2 avant amplification.
AJ			Résistor ajustable	Ajustement de la tension d'entrée provenant de la source avant traitement du signal.
C1			Condensateur plastique	Antiparasitage de l'amplificateur par absortion des haute-fréquences (perturbations) résiduelles dans l'alimentation.
C2			Condensateur plastique	Blocage de la composante continue du courant provenant de la source, restituant ainsi une somme de courants parfaitement sinusoïdaux avant traitement du signal.
C3	+	4,7 µF	Condensateur électrochimique polarisé	Blocage de la composante continue du courant provenant de la sortie de l'amplificateur, restituant ainsi une somme de courants parfaitement sinusoïdaux avant transduction du signal.
IC	LM 386		Circuit intégré audio	Amplification du signal d'entrée, ne modifiant pas les fréquences de la somme des courants sinusoïdaux provenant de la source.
DEL			Diode électro-luminescente	Visualisation de fonctionnement du générateur de courant alimentant l'amplificateur.
HP			Haut-parleur	Transduction du signal de sortie de l'amplificateur, c'est-à-dire transformation et traduction du signal électrique de l'amplificateur en signal acoustique (ondes acoustiques).
Inter.			Interrupteur à glissière	Mise en service de l'amplificateur en permettant son alimentation en courant continu.
Pile	+		Pile alcaline de 9 V rectangulaire	Alimentation de l'amplificateur en courant continu, en fournissant de l'énergie au système, c'est un générateur de courant continu.
F			Fiche Jack mâle stéréo Ø 3,5	Adaptation mécanique du système à la source en permettant le branchement de l'amplificateur à tous types de sources préconisées dans le cahier des charges.

SEMI-CONDUCTEURS

THYRISTOR, TRIAC ET DIAC

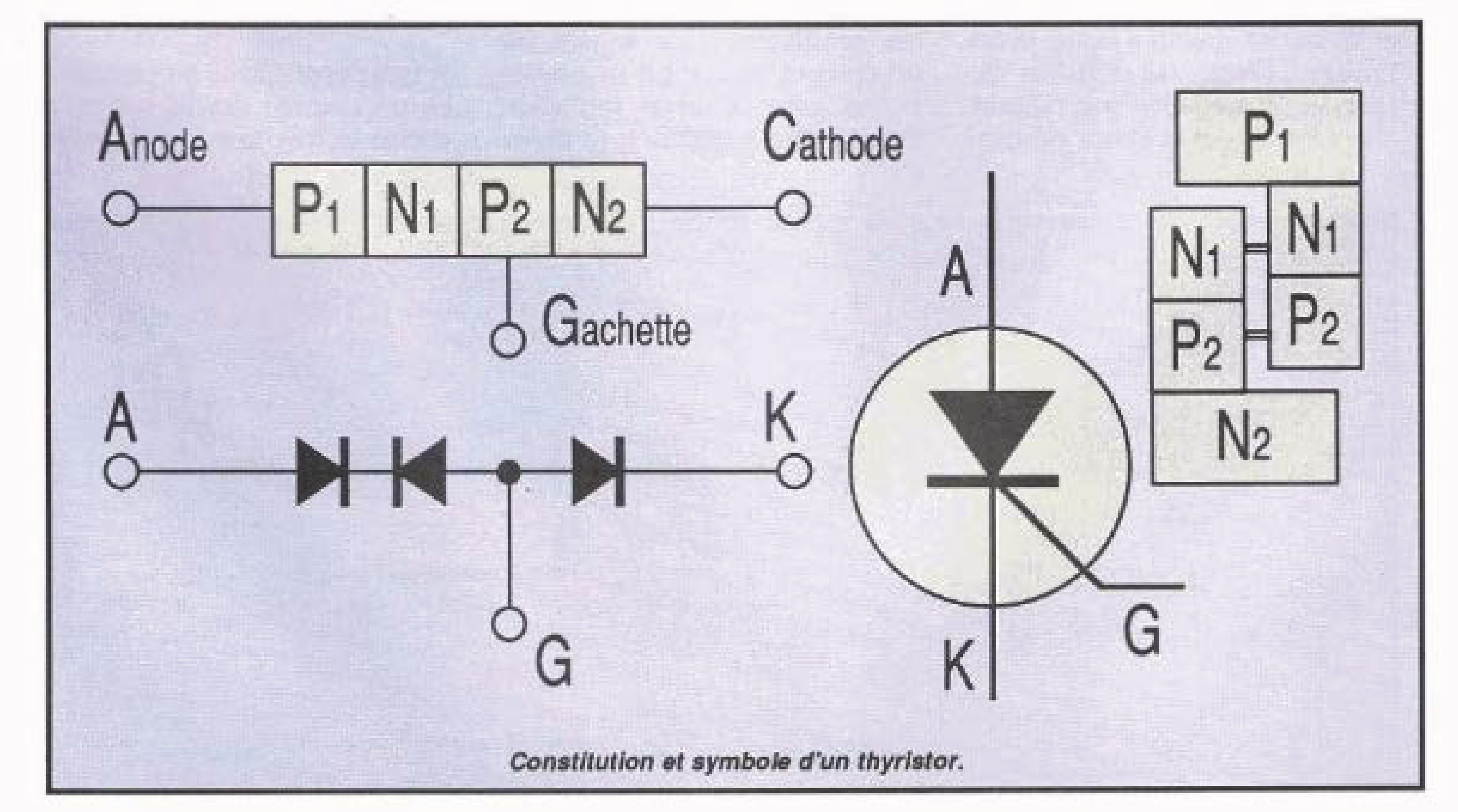
Après les diodes et les transistors bipolaires, nous allons vous parler de composants actifs de technologie similaire, mais dont le comportement est assez particulier.


Un thyristor installé.

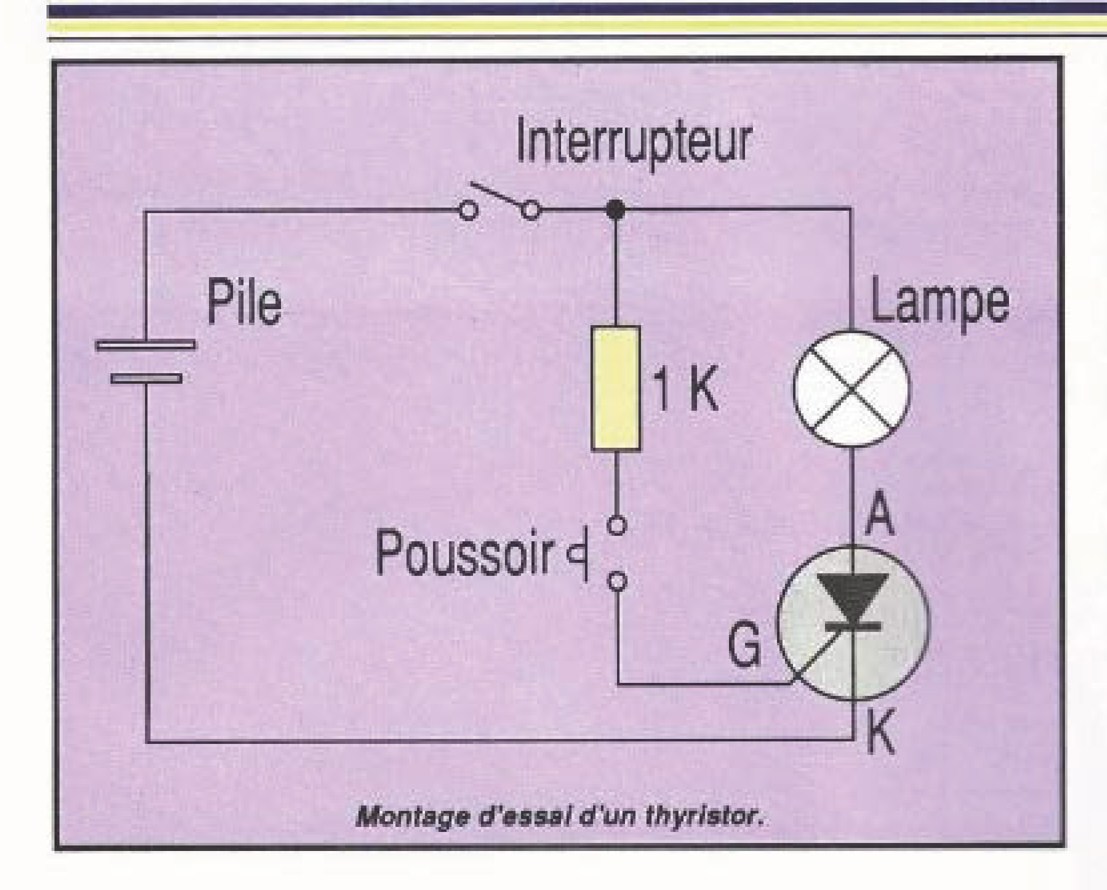
Il s'agit de la famille des redresseurs commandés qui comprend le THYRISTOR et le TRIAC. Leur aspect, un boîtier à trois pattes comme celui d'un transistor, peut prêter à confusion. Seul leur marquage permet a priori de les distinguer.

Le thyristor

Le thyristor comprend essentiellement trois jonctions formées par quatre couches alternées de silicium PNPN. La couche P centrale est accessible et nous l'appelons



Constitution et symbole d'un thyristor.



Montage d'essai d'un thyristor.

électrode de commande ou «gâchette». Nous pouvons d'ailleurs assimiler cette structure à deux transistors complémentaires $P_1N_1P_2$ et $N_1P_2N_2$ dont la jonction base-collecteur est commune.

La couche extrême P_1 est l'anode et la couche opposée N_2 est la cathode. Lorsque la tension de l'anode est négative par rapport à la cathode, le thyristor ne conduit pas et se comporte comme une diode normale.

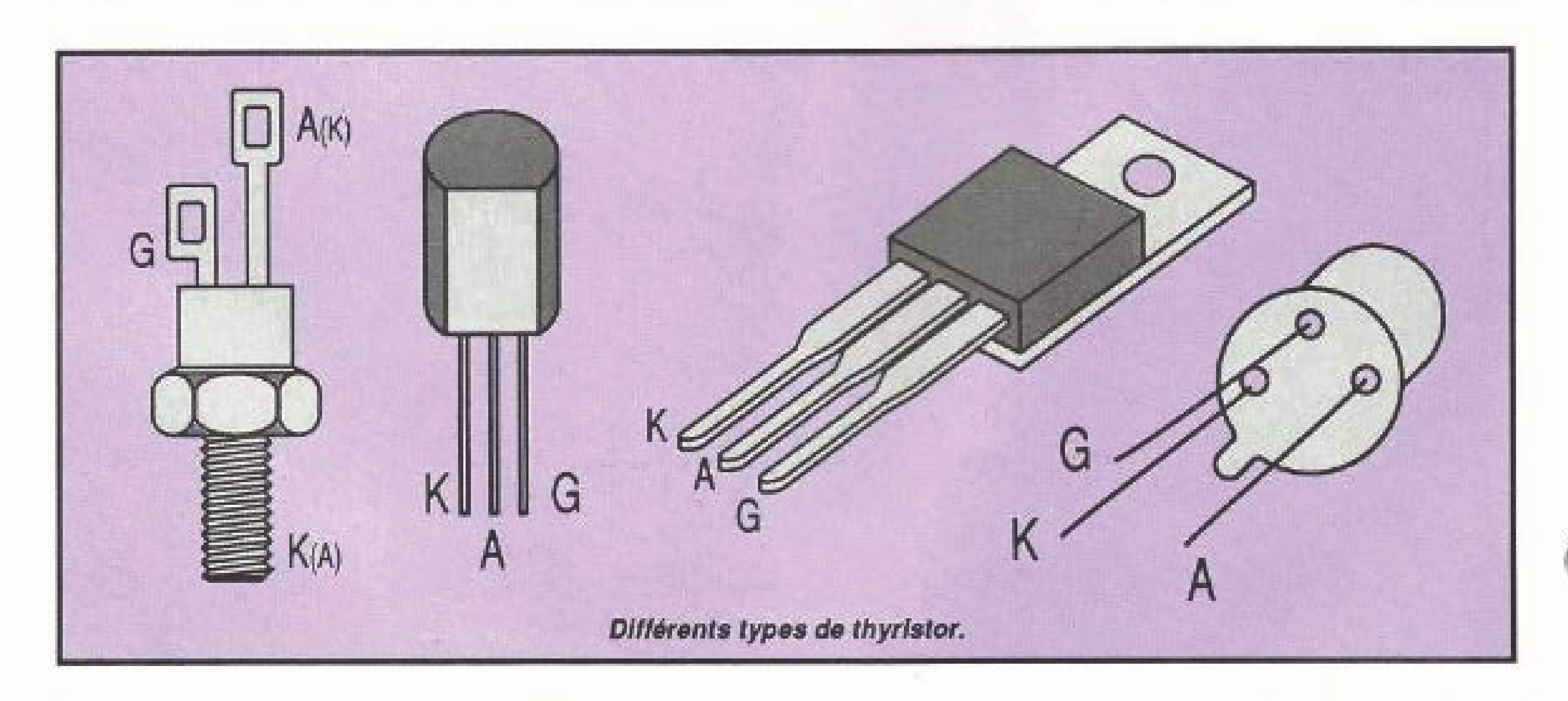
Si la tension anodique devient positive par rapport à la cathode, le thyristor continue à ne pas conduire car la jonction centrale est inversée ; par contre, si dans ces conditions nous appliquons un courant positif sur la gâchette, ne serait-ce qu'un très court instant (une impulsion), le thyristor devient brusquement conducteur et se comporte comme une diode polarisée dans le sens direct. Non seulement ce passage de l'état de non-conduction à celui de conduction est très brusque (temps inférieur à la microseconde) mais le second persiste après l'annulation du courant de gâchette.

Ceci contrairement au transistor dont la conduction est proportionnelle au courant de base. La conduction du thyristor persiste même si nous appliquons à la gâchette de nouvelles impulsions positives ou négatives. Les électriciens pourront le comparer à un relais auto-entretenu.

Pour le désamorcer, autrement dit pour le «bloquer» ou le faire revenir à l'état de non-conduction, nous devrons interrompre le courant d'alimentation par un moyen extérieur.

Par contre, en courant alternatif cette interruption, disons ici ce passage à zéro, a lieu à chaque demi-alternance.

Si nous appliquons en permanence un courant positif sur sa gâchette le thyristor se comportera



Différents types de thyristor.

Courant gachette
Tension Anode
Tension Cathode

Thyristor en courant continu :
Diagramme de tensions et de courants

Relais auto-entretenu
Thyristor
R

Analogie entre un relais auto-entretenu et un thyristor (en CC)

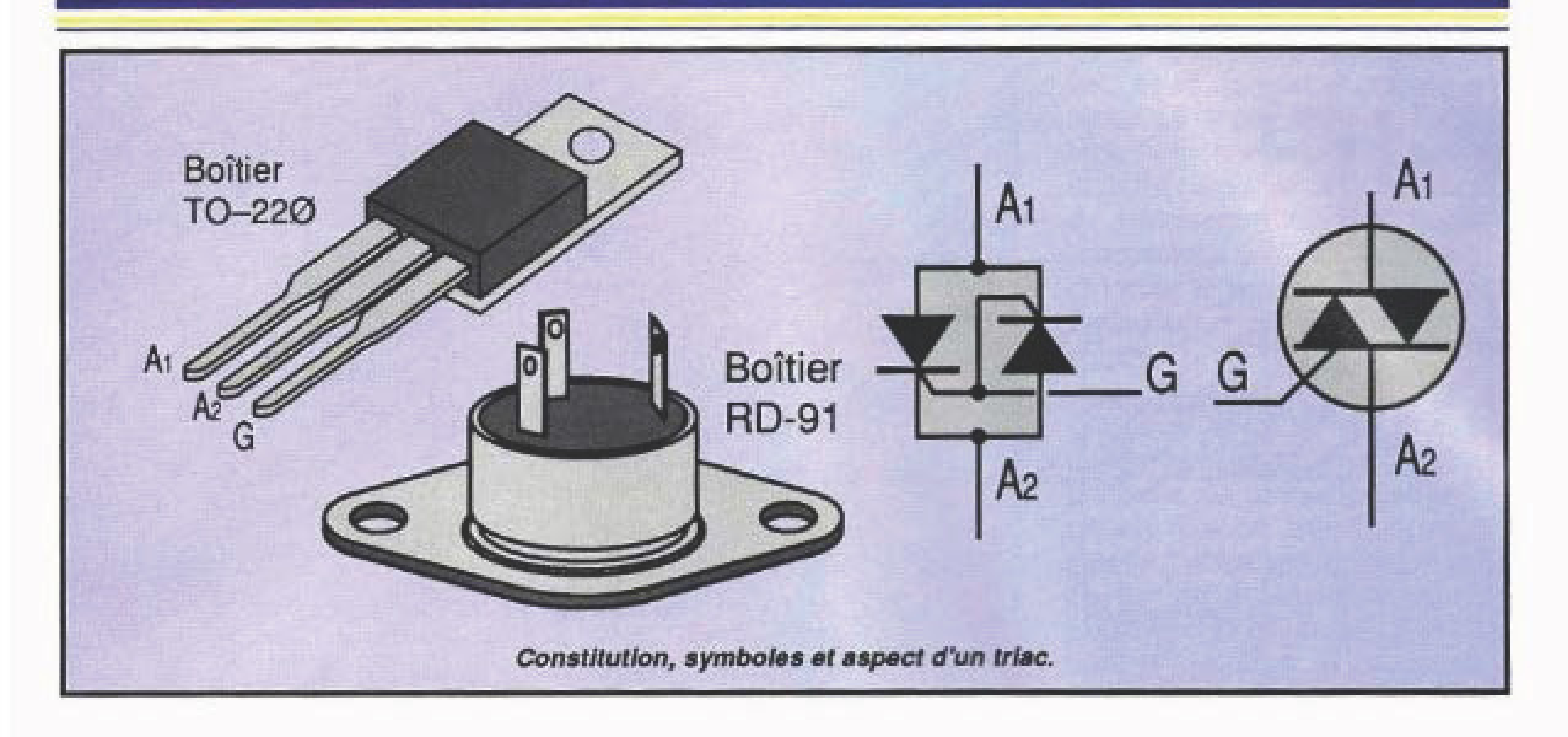
comme une diode redresseuse en ne redressant que les alternances positives. Si le courant de gâchette est interrompu, il se bloquera à la fin de la dernière alternance positive concernée. En réalité, un thyristor commence à se bloquer lorsque l'intensité du courant principal chute en dessous d'une valeur nominale qui est de l'ordre de 2 % du courant principal maximum. Le courant de gâchette est

Courant gachette
Tension Anode
Tension Cathode

Thyristor en courant alternatif :
Diagramme de tensions et de courants

A
K
G
Circuit générateur d'implusions

r = retard entre 0 et 10 ms
(durée d'une alternance 50 Hz)



Constitution, symboles et aspect d'un triac.

infime, mille à cent mille fois plus faible que le courant direct principal. La tension anode-cathode à l'état bloqué est comprise entre 100 V et 1 kV selon les modèles. Le courant direct principal est lui aussi élevé, un à plusieurs dizaines d'ampères pour les petits modèles qui nous concernent.

Pour conclure nous dirons que le thyristor est un contacteur haute tension commandé par un très faible courant de gâchette de très courte durée mais il ne peut être désamorcé que par la suppression ou le passage à zéro du courant principal.

Ses applications en courant continu concernent la fermeture de circuits haute tension : par exemple la décharge d'un condensateur porté à une haute tension, décharge en fin de laquelle le thyristor retourne de lui-même à l'état non-conducteur, comme par exemple le flash électronique ou l'allumage électronique de moteurs à explosion.

En courant alternatif, le thyristor est utilisé en redresseur commandé : le courant efficace redressé est réglable par le temps de retard apporté par l'impulsion appliquée sur la gâchette.

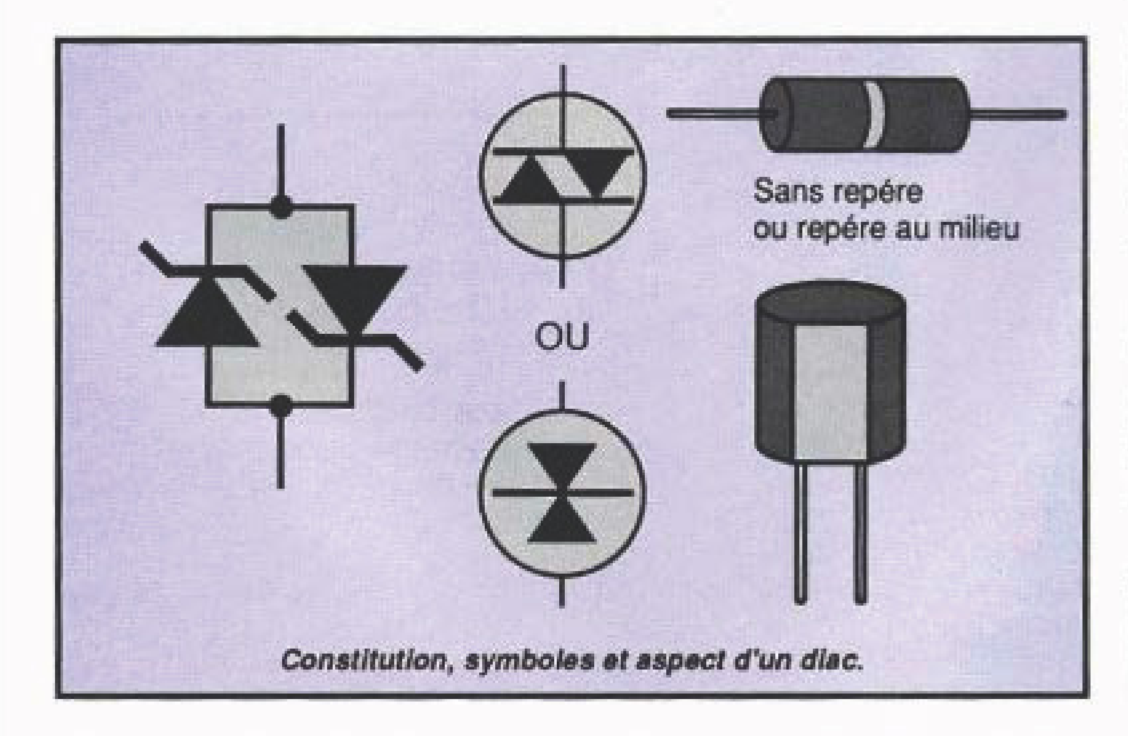
Le triac

Le triac peut-être comparé à deux thyristors inversés entre eux, mis en parallèle et ne comportant qu'une gâchette commune.

La cathode de l'un étant reliée à l'anode de l'autre et vice versa, le triac ne comporte donc que trois électrodes conventionnellement dénommées «Anode 1» (A1), «Anode 2» (A2) et «Gâchette» (G).

Il est facile de voir l'intérêt du triac en courant alternatif : en agissant sur la gâchette, nous pouvons commander le passage des deux alternances et moduler ainsi sa puissance «traversante».

Au passage à zéro, le triac est bloqué et le reste jusqu'à ce que la gâchette reçoive une impulsion, il devient alors brusquement con-



Constitution, symboles et aspect d'un diac.

Schéma d'un variateur de puissance. Le retard des impulsions de gâchette est commandé par P.

R_1 : Résistance de limitation
R_2 : Résistance de fuite (facultative)

ducteur jusqu'au passage à zéro suivant.

Ainsi la charge de sortie reçoit une puissance dépendante de ce retard. Ce retard peut être ajusté entre 0 et un temps correspondant à la durée d'une alternance (soit 10 ms à une fréquence de 50 Hz), la puissance traversante variera selon une loi inverse de la pleine puissance à zéro (W).
C'est sur ce principe que sont basés les variateurs de vitesse pour les moteurs électriques (de perceuses, mixers...), les variateurs et les modulateurs de lumière etc...

Le problème consiste à réaliser un signal de gâchette avec un retard programmé et synchronisé sur chaque demi-alternance.

De nombreux montages, tous plus ou moins complexes, permettent d'y parvenir mais, le plus utilisé et le plus simple, fait appel à un autre composant qui est appelé DIAC.

Précisons aussi que la gâchette d'un triac n'est pas polarisée, elle se déclenche en présence de tout signal positif ou négatif, continu, alternatif ou sous formes d'impulsions.

Le diac

C'est un composant semi-conducteur non-polarisé qui ne commence à conduire qu'au-dessus d'une certaine tension appliquée à ses bornes.

Il peut être assimilé à deux diodes zener inversées l'une par rapport à l'autre et mises en parallèle.

La tension de conduction du diac est de l'ordre de quelques volts. Si cette tension redescend, il reste

conducteur (comme un triac) sauf si le courant qui le traverse devient trop faible et alors il se rebloque.

Lorsque nous intercalons un diac dans le circuit de gâchette d'un triac (ou d'un thyristor), le seuil de déclenchement de ce dernier devient beaucoup plus sûr et précis.

A chaque alternance, le condensateur se charge dans un sens ou dans l'autre à travers la résistance R1 et le potentiomètre P.

Lorsque C a atteint une certaine tension de seuil, le diac devient conducteur, C se décharge brusquement sur la gâchette et reste déchargé jusqu'à la fin de la demi-demi-alternance car le diac est resté conducteur.

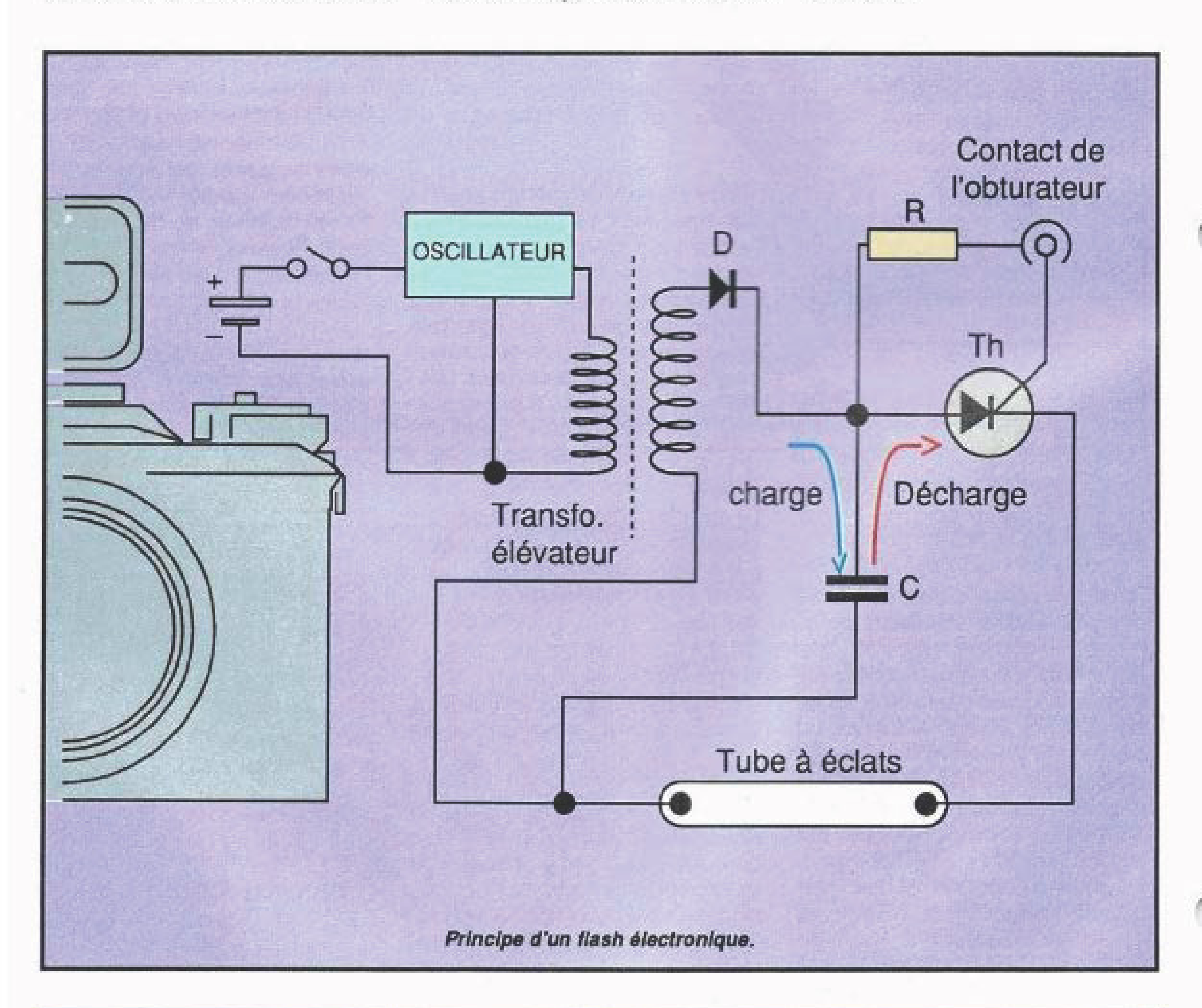
Au passage à zéro, le triac et le diac se bloquent et le condensateur se recharge en sens inverse jusqu'à ce que diac se débloque et ainsi de suite.

Le retard apporté est donc lié au temps de charge du condensateur qui est réglable par le potentiomètre P.

Pour conclure, nous dirons que le triac est fréquemment utilisé en courant alternatif soit comme un relais statique, soit comme un modulateur de puissance à l'aide d'un diac.

Vous noterez aussi que lorsqu'un tel dispositif (thyristor, diac ou triac) passe brusquement de l'état bloqué à l'état débloqué il se produit un signal électromagnétique à très large bande de fréquence, qui se traduit par un «parasite» sur les récepteurs de radio placés à proximité.

On y remédie en disposant de filtres passe-bas (bobinage sur ferrite et/ou condensateurs) en amont du circuit.



Principe d'un flash électronique.

LES MULTIMETRES

CALCUL ET REALISATION

On trouve dans le commerce et en particulier dans les surplus, des galvanomètres à cadre mobile de grande sensibilité qui peuvent vous servir à réaliser un multimètre. Ici nous vous donnons deux exemples accompagnés de calculs : un voltmètre et un milliampèremètre à plusieurs calibres de mesures en courant continu.

Les calculs vous permettront d'utiliser un galvanomètre dont les caractéristiques diffèrent du modèle donné ici :

Galvanomètre à cadre mobile de 100 microampères de déviation totale, tant mieux si vous trouvez une sensibilité plus grande (50 µA par exemple). Résistance interne de 450 ohms.

Cette valeur peut varier d'un modèle à l'autre et augmente avec la sensibilité.

Vous pourrez la mesurer sans danger à l'aide d'un multimètre commercial de 20.000 Ω/V ou plus sur l'échelle x 1 ou x 10. Par la même occasion, vous pourrez voir s'il est en bon état : son aiguille doit dévier. Si elle dévie vers la gauche, vous inversez les cordons.

Vous commencez sur un calibre élevé (x 1000) puis vous passez sur des calibres de plus en plus faibles (x 100, x 10...), jusqu'à obtenir le maximum de déviation de l'aiguille de votre galvanomètre.

Caractéristiques de notre galvanomètre :
Résistance interne $R_A = 450\ \Omega$
Intensité correspondant à une déviation en bout d'échelle : $I_A = 100\ \mu A$.

de la résistance en série avec l'instrument pour chacun de ces calibres.

Nous vous donnons la valeur exacte suivie de la valeur normalisée à 5 % la plus proche.

Vous pourrez choisir des résistances à couche de 1/4 watt (voir tableau 1).

Les deux diodes montées en tête bêche aux bornes de l'instrument sont facultatives : elles sont destinées à le protéger en cas de surcharge, l'une d'elles devient conductrice lorsque le courant traversant l'instrument dépasse une certaine valeur au-delà du bout d'échelle. Ce sont deux diodes au silicium 1N4148 pour un instrument de 100 µA (deux diodes au germanium OA95 pour un instrument plus sensible).

$$R1 = \frac{U1}{IA} - RA = \frac{1}{0{,}0001} - 450 = 9550\ \Omega \simeq 10\ K\Omega$$

$$R2 = \frac{U2}{IA} - RA = \frac{5}{0{,}0001} - 450 = 49550\ \Omega \simeq 51\ K\Omega$$

$$R3 = \frac{U3}{IA} - RA = \frac{10}{0{,}0001} - 450 = 99550\ \Omega \simeq 100\ K\Omega$$

$$R4 = \frac{U4}{IA} - RA = \frac{50}{0{,}0001} - 450 = 499550\ \Omega \simeq 510\ K\Omega$$

$$R5 = \frac{U5}{IA} - RA = \frac{100}{0{,}0001} - 450 = 999550\ \Omega \simeq 1\ M\Omega$$

tableau n° 1 Voltmètre



protection du galvanomètre par deux diodes montées en tête-bêche

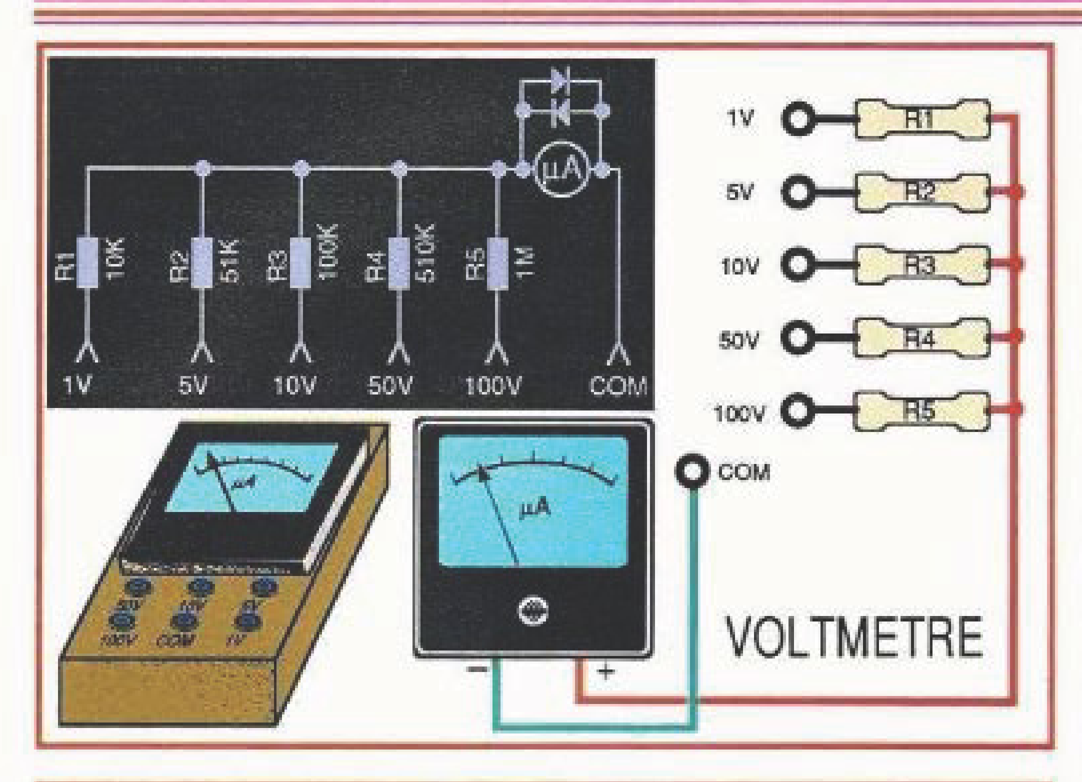
Voltmètre à plusieurs calibres

Nous avons choisi les cinq calibres suivants :
$U_1 = 1\ V$; $U_2 = 5\ V$; $U_3 = 10\ V$; $U_4 = 50\ V$; $U_5 = 100\ V$

Il s'agit donc de calculer la valeur de la résistance en série avec l'instrument pour chacun de ces calibres (voir ci-dessus).

Milliampèremètre à plusieurs calibres

Nous avons choisi les calibres suivants :



$$R_T = \frac{R_A}{\frac{I_1}{I_A} - 1} = \frac{450}{\frac{1}{0,1} - 1} = \frac{450}{9} = 50\,\Omega$$

d'autre part,

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 50\,\Omega$$

$$R_5 = \frac{I_A}{I_5}(R_A + R_T) = \frac{0,1}{100}(450 + 50) = 0,5\,\Omega$$

$$R_4 = \frac{I_A}{I_4}(R_A + R_T) - R_5 = \frac{0,1}{50}(450 + 50) - 0,5 = 0,5\,\Omega$$

$$R_3 = \frac{I_A}{I_3}(R_A + R_T) - R_5 - R_4 = \frac{0,1}{10}(450 + 50) - 0,5 - 0,5 = 4\,\Omega \sim 3,9\,\Omega$$

$$R_2 = \frac{I_A}{I_2}(R_A + R_T) - R_5 - R_4 - R_3 = \frac{0,1}{5}(450 + 50) - 0,5 - 0,5 - 4 = 5\,\Omega \sim 5,1\,\Omega$$

$$R_1 = \frac{I_A}{I_1}(R_A + R_T) - R_5 - R_4 - R_3 - R_2 = \frac{0,1}{1}(450 + 50) - 0,5 - 0,5 - 4 - 5 = 40\,\Omega \sim 39\,\Omega$$

tableau n° 2 Milliampèremètre

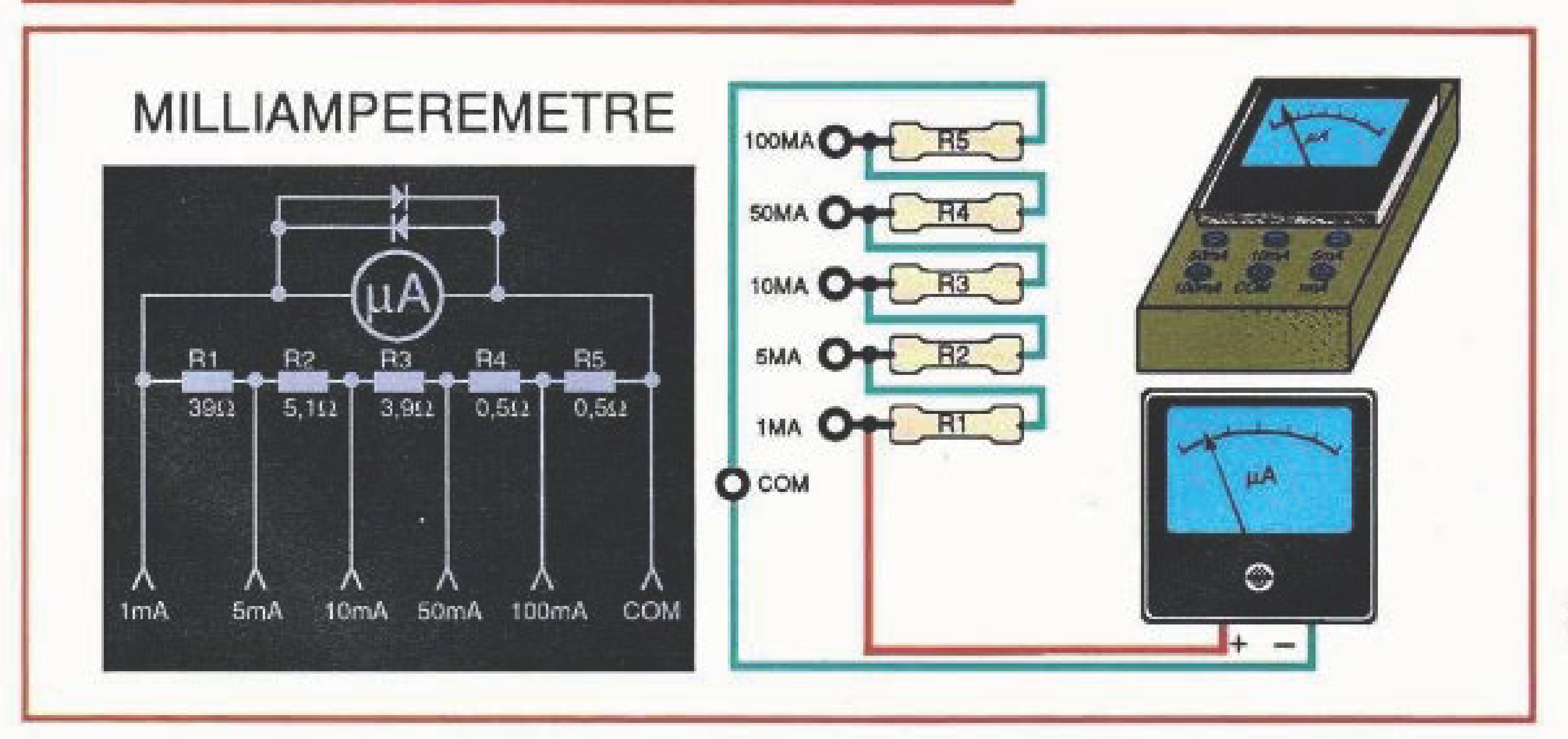
$I_1 = 1$ mA
$I_2 = 5$ mA
$I_3 = 10$ mA
$I_4 = 50$ mA
$I_5 = 100$mA

Ici les calculs sont plus complexes (voir tableau 2). Nous vous donnons seulement les valeurs exactes des résistances, en effet les valeurs normalisées pour des résistances aussi faibles ne sont pas suffisamment proches pour une bonne précision, d'autant plus qu'elles se trouvent en série et que l'erreur est cumulative.

Dans un tel montage, ces résistances sont appelées «SHUNT» car elles dérivent la plus grande partie du courant. Vous pouvez les confectionner soit en groupant des valeurs normalisées soit en bobinant du fil de résistance connue (Ω/m).

R_T = Résistance totale du shunt

Si vous possedez déjà un multimètre et que cette réalisation ne vous intéresse pas, vous pourrez toujours vous baser sur ces calculs pour adapter un galvanomètre à une mesure particulière de tension ou de courant continu.



LES NOUVEAUX PIN'S

SORACOM éditions
La Haie de Pan B.P.88 35170 BRUZ

LES 5 PIN'S
140 FF
+ port 7 FF
réf. SRC5PIN





LA NOUVELLE SERIE

P'TIT MEGA : 30 FF
+ port 4 FF
réf. SRCPIN01

F•DX•F : 35 FF
+ port 4 FF
réf. SRCPIN02





CPC INFOS : 30 FF
+ port 4 FF
réf. SRCPIN05

FANZINES : 30 FF
+ port 4 FF
réf. SRCPIN04

PC MICRO : 30 FF
+ port 4 FF
réf. SRCPIN03

POSSO

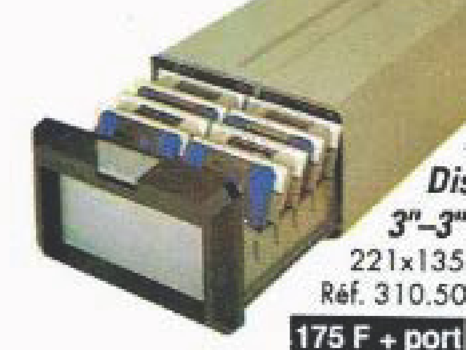
Media Box Disquettes 5"1/4
182x178x348 mm
Réf. 310.501.1
180 F + port
pour 70 disquettes, livré avec séparations et index





SORACOM éditions

Media Box Disquettes 3"-3"1/2
221x135x348 mm
Réf. 310.506.4
175 F + port
pour 150 disquettes



Media Box Compact Disc
148x135x348 mm
Réf; 310.502.6
125 F + port
pour 13 compacts discs simples

Port + 25 F par article

SORACOM éditions
La Haie de Pan B.P.88 35170 BRUZ


DECOUVREZ LES LECTEURS DE
ABC... ELECTRONIQUE
des néophytes qui depuis plusieurs mois nous font confiance
et attendent que vous, les professionnels,
soyez leurs partenaires et conseillers !
Il me faut... + ou ? + Livres manuels mementos + ETC...
mais à qui passer une commande ?
Faites-vous connaître
par le biais de notre
revue, de ces
nouveaux
passionnés.
APPRENDRE L'ELECTRONIQUE PAR LA PRATIQUE
Appelez Gérard PELLAN au 99.57.90.37